

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11084371  
PUBLICATION DATE : 26-03-99

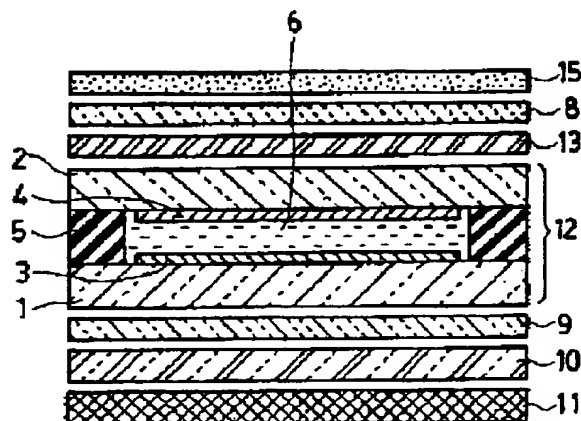
APPLICATION DATE : 29-06-98  
APPLICATION NUMBER : 10182668

APPLICANT : CITIZEN WATCH CO LTD;

INVENTOR : KANEKO YASUSHI;

INT.CL. : G02F 1/1335 G02B 5/30 G02F 1/133

TITLE : LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE



**ABSTRACT :** **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device which is capable of making high-density display with a good visual field angle characteristic and metallic color display and has good visibility.

**SOLUTION:** This liquid crystal display device is constituted by using an STN liquid crystal element 12, which is formed by holding nematic liquid crystals 6 twist oriented to 180 to 270° between a first substrate 1 having first electrodes 3 and a second substrate 2 having second electrodes 4, arranging a polarizing plate 8 via a phase difference plate 13 on the outer side of this second substrate 2, arranging a cholesteric liquid crystal polymer sheet 10 via a circularly polarized light phase difference plate 9 on the outer side of the first substrate 1 and providing the outer side of this cholesteric liquid crystal polymer sheet 10 with a light absorptive member 11.

**COPYRIGHT:** (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-84371

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335 5 1 0
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30
G 0 2 F 1/133	5 0 0	G 0 2 F 1/133 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平10-182668

(22) 出願日 平成10年(1998) 6月29日

(31) 優先権主張番号 特願平9-173833

(32) 優先日 平9(1997) 6月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-194052

(32) 優先日 平9(1997) 7月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001960  
シチズン時計株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 金子 靖  
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内

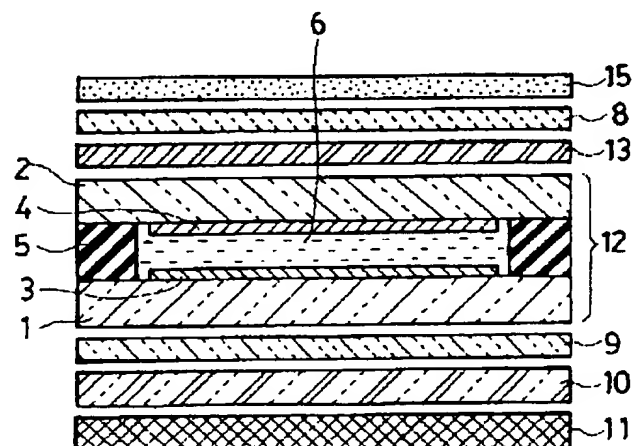
(74) 代理人 弁理士 大澤 敬

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 視野角特性が良好で、高密度表示が可能であり、メタリックなカラー表示が可能で且つ視認性の良好な液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 第1の電極3を有する第1の基板1と第2の電極4を有する第2の基板2との間に180°〜270°ツイスト配向しているネマチック液晶6を挟持してなるSTN液晶素子12を使用し、その第2の基板2の外側に位相差板13を介して偏光板8を配置し、第1の基板1の外側に円偏光位相差板9を介してコレステリック液晶ポリマーシート10を配置し、そのコレステリック液晶ポリマーシート10の外側に光吸収部材11を設けて液晶表示装置を構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に180°〜270°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた位相差板と、

該位相差板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、

該円偏光位相差板の外側に設けたコレステリック液晶ポリマーシートと、

該コレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 請求項1記載の液晶表示装置において、前記位相差板が、ねじれ位相差板であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 請求項1記載の液晶表示装置において、前記コレステリック液晶ポリマーシートが、前記円偏光位相差板の外側に設けた複数のコレステリック液晶ポリマーシートからなり、

その複数のコレステリック液晶ポリマーシートの最外側のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に前記光吸収部材を設け、

前記複数のコレステリック液晶ポリマーシートは、それぞれ散乱中心波長が異なるとともに、その各ねじれ方向が同一方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】 請求項2記載の液晶表示装置において、前記コレステリック液晶ポリマーシートが、前記円偏光位相差板の外側に設けた複数のコレステリック液晶ポリマーシートからなり、

その複数のコレステリック液晶ポリマーシートの最外側のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に前記光吸収部材を設け、

前記複数のコレステリック液晶ポリマーシートは、それぞれ散乱中心波長が異なるとともに、その各ねじれ方向が同一方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約90°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、

その円偏光位相差板の外側に設けた複数のコレステリック液晶ポリマーシートと、

その複数のコレステリック液晶ポリマーシートの最外側のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備え、

前記複数のコレステリック液晶ポリマーシートは、それぞれ散乱中心波長が異なるとともに、その各ねじれ方向が同一方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】 第1の電極を有する第1の基板と第2の

電極を有する第2の基板との間に約90°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、

その円偏光位相差板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、

該第1のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、

該第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備え、

前記第1のコレステリック液晶ポリマーシートと前記第2のコレステリック液晶ポリマーシートは、散乱中心波長が異なるとともに、そのねじれ方向が逆方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】 請求項1記載の液晶表示装置において、前記コレステリック液晶ポリマーシートが、前記円偏光位相差板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、該第1のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートとからなり、

その第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に前記光吸収部材を設け、

前記第1、第2のコレステリック液晶ポリマーシートは、散乱中心波長が異なるとともに、その各ねじれ方向が逆方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】 請求項2記載の液晶表示装置において、前記コレステリック液晶ポリマーシートが、前記円偏光位相差板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、該第1のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートとからなり、

その第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に前記光吸収部材を設け、

前記第1、第2のコレステリック液晶ポリマーシートは、散乱中心波長が異なるとともに、その各ねじれ方向が逆方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項9】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約90°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、

その円偏光位相差板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、

その第1のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた半波長位相差板と、

その半波長位相差板の外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、

その第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に

設けた光吸収部材とを備え、

前記第1のコレステリック液晶ポリマーシートと前記第2のコレステリック液晶ポリマーシートは、その散乱中心波長が異なるとともに、そのねじれ方向が同一方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項10】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に180°〜270°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた位相差板と、

その位相差板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、

その円偏光位相差板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、

その第1のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた半波長位相差板と、

その半波長位相差板の外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、

その第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備え、

前記第1のコレステリック液晶ポリマーシートと前記第2のコレステリック液晶ポリマーシートは、その散乱中心波長が異なるとともに、そのねじれ方向が同一方向であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項11】 請求項10記載の液晶表示装置において、

前記位相差板が、ねじれ位相差板であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項12】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約90°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた反射型偏光板と、

前記反射型偏光板の外側に設けた円偏光位相差板と、

該円偏光位相差板の外側に設けたコレステリック液晶ポリマーシートと、

該コレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】 請求項1記載の液晶表示装置において、

前記第1の基板と前記円偏光位相差板との間に反射型偏光板を設けたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】 請求項2記載の液晶表示装置において、

前記第1の基板と前記円偏光位相差板との間に反射型偏光板を設けたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約90°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるTN液晶素子

と、

前記第2の基板の外側に設けた偏光板と、

該偏光板の外側表面に設けた光拡散層と、

前記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、

該円偏光位相差板の外側に設けたコレステリック液晶ポリマーシートと、

該コレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項16】 請求項1乃至14のいずれか一項に記載の液晶表示装置において、前記偏光板の外側表面に光拡散層を設けた液晶表示装置。

【請求項17】 請求項15又は16記載の液晶表示装置において、

前記光拡散層が光拡散シートである液晶表示装置。

【請求項18】 請求項1乃至17のいずれか一項に記載の液晶表示装置において、

前記光吸収部材が太陽電池である液晶表示装置。

【請求項19】 請求項1乃至17のいずれか一項に記載の液晶表示装置において、

前記光吸収部材が半透過性光吸収部材であり、該半透過性光吸収部材の外側にバックライトを設けたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項20】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約0°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる第1のPA液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、

該円偏光位相差板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、

該第1のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた第2のPA液晶素子と、

該第2のPA液晶素子の外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、

該第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた第3のPA液晶素子と、

該第3のPA液晶素子の外側に設けた第3のコレステリック液晶ポリマーシートと、

該第3のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備え、

前記第1、第2、第3のコレステリック液晶ポリマーシートは、互いに散乱中心波長が異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項21】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約90°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる第1のTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けた偏光板と、

前記第1の基板の外側に設けた第1の円偏光位相差板と、

と、

該第1の円偏光位相差板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、  
該第1のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた第2の円偏光位相差板と、  
該第2の円偏光位相差板の外側に設けた第2のTN液晶素子と、  
該第2のTN液晶素子の外側に設けた第3の円偏光位相差板と、  
その第3の円偏光位相差板の外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、  
該第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた第4の円偏光位相差板と、  
該第4の円偏光位相差板の外側に設けた第3のTN液晶素子と、  
該第3のTN液晶素子の外側に設けた第5の円偏光位相差板と、  
その第5の円偏光位相差板の外側に設けた第3のコレステリック液晶ポリマーシートと、  
該第3のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とを備え、  
前記第1、第2、第3のコレステリック液晶ポリマーシートは、互いに散乱中心波長が異なることを特徴とする液晶表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は液晶表示装置に関するもので、特に背景や表示部に単色あるいは複色色の色彩をつけるカラー液晶表示装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】従来から、液晶表示装置の背景や表示部に色をつける単色カラー液晶表示装置として、いくつかの方式が提案されている。第1の従来例は、液晶表示素子の外側にカラー偏光板を備えた単色カラー液晶表示装置で、構成が簡単であり、一般的にも多用されている。

【0003】第2の従来例は、液晶表示素子のネマチック液晶に2色性色素を混合し、ネマチック液晶分子の動作により、2色性色素も一緒に動作させる単色カラー液晶表示装置で、ゲストホスト方式と呼ばれている。

【0004】しかし、このような従来の単色カラー液晶表示装置は、いずれも白背景に染料や2色性色素による色文字や色図形を表示するか、逆に染料や2色性色素による背景色に白文字や白い図形を表示するので、コントラストが低くなってしまう。また、染料や2色性色素の数が限られるため、液晶表示装置としての色数も限られるという問題もある。

【0005】そこで、第3の従来例として、1枚の偏光板と90°ツイスト配向のTN液晶素子、および円偏光位相差板とコレステリック液晶フィルムと光吸収部材とから構成する単色カラー液晶表示装置が提案されている。この単色カラー液晶表示装置は、黒背景に選択散乱

現象を利用した鮮やかな色文字や色図形を表示するか、逆に、鮮やかな色背景に黒文字や黒図形を表示するもので、高コントラストの表示が得られる。

【0006】さらに、この単色カラー液晶表示装置は、コレステリック液晶フィルムのねじれピッチを調整するだけで任意の色が得られるため、カラフルな単色カラー表示装置を得ることが可能である。なお、この従来技術については、たとえば特開昭52-5550号公報や、特開平6-230362号公報に開示されている。

##### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述したコレステリック液晶フィルムを用いた単色カラー液晶表示装置は、TN液晶素子を用いているので視野角特性が悪く、また、走査ライン数が100本以上の高密度液晶表示装置への応用は難しいという問題があった。

【0008】さらに、コレステリック液晶フィルムを1枚しか用いていないので、単色カラー表示しかできなかった。また、光を透過しない光吸収板を用いているために、バックライト照明ができず、夜間の視認性が低下するという問題もあった。

【0009】この発明は、このような問題を解決して、視野角特性が良好で、走査ライン数が100本以上の高密度液晶表示においても、カラフルな色調で高コントラスト表示が得られる単色カラー表示の液晶表示装置を提供することを、第1の目的とする。この発明はさらに、2色以上のマルチカラー表示が可能で、且つカラフルな色調で高コントラスト表示が得られる液晶表示装置を提供することを、第2の目的とする。この発明はまた、バックライト照明により夜間でも充分な認識性が得られる液晶表示装置を提供することを、第3の目的とする。

##### 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は上記第1の目的を達成するため、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に180°～270°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、その第2の基板の外側に設けた位相差板と、その位相差板の外側に設けた偏光板と、上記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、その円偏光位相差板の外側に設けたコレステリック液晶ポリマーシートと、そのコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とによって液晶表示装置を構成する。上記位相差板として、ねじれ位相差板を使用してもよい。

【0011】また、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約90°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるTN液晶素子と、その第2の基板の外側に設けた偏光板と、上記第1の基板の外側に設けた円偏光位相差板と、その円偏光位相差板の外側に設けた第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、その第1のコレステリック液晶ポリマ

ーシートの外側に設けた第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、その第2のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とによって液晶表示装置を構成し、上記第1のコレステリック液晶ポリマーシートと第2のコレステリック液晶ポリマーシートの散乱中心波長が異なり、且つねじれ方向が同一であるようにしてもよい。

【0012】この発明は、上記第2の目的を達成するために、前述の液晶表示装置において、コレステリック液晶ポリマーシートが、円偏光位相差板の外側に設けた複数のコレステリック液晶ポリマーシートからなり、その複数のコレステリック液晶ポリマーシートの最外側のコレステリック液晶ポリマーシートの外側に光吸収部材を設け、その複数のコレステリック液晶ポリマーシートは、それぞれ散乱中心波長が異なり、且つねじれ方向が逆方向であるようにする。

【0013】また、上述の複数のコレステリック液晶ポリマーシートとして、ねじれ方向が同一方向である第1のコレステリック液晶ポリマーシートと第2のコレステリック液晶ポリマーシートを設け、その第1、第2のコレステリック液晶ポリマーシートの間に半波長位相差板を設けてもよい。

【0014】この発明による液晶表示装置はまた、TN液晶素子と、その第2の基板の外側に設けた偏光板と、その第1の基板の外側に設けた反射型偏光板と、その反射型偏光板の外側に設けた円偏光位相差板と、その円偏光位相差板の外側に設けたコレステリック液晶ポリマーシートと、そのコレステリック液晶ポリマーシートの外側に設けた光吸収部材とによって構成することもできる。

【0015】これらの液晶表示装置において、偏光板の外側表面に光拡散層あるいは光拡散シートを設けるとよい。また、この発明は前記第3の目的を達成するため、上記光吸収部材を半透過性光吸収部材とし、その半透過性光吸収部材の外側にバックライトを設ける。

【0016】この発明による液晶表示装置はまた、前記第2の目的を達成するために、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に約0°ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる3枚のPA液晶素子を使用し、第1のPA液晶素子の第2の基板の外側に円偏光位相差板を設け、その外側に偏光板を設け、上記第1の基板の外側に、第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、第2のPA液晶素子と、第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、第3のPA液晶素子と、第3のコレステリック液晶ポリマーシートと、光吸収部材とを順次配置し、その第1、第2、第3のコレステリック液晶ポリマーシートの散乱中心波長を互いに異ならせることにより、マルチカラー表示が可能なカラー液晶表示装置を構成することができる。

【0017】あるいはまた、3枚のTN液晶素子を使用

し、その第1のTN液晶素子の第2の基板の外側に偏光板を設け、その第1のTN液晶素子の第1の基板の外側に、第1の円偏光位相差板と、第1のコレステリック液晶ポリマーシートと、第2の円偏光位相差板と、第2のTN液晶素子と、第3の円偏光位相差板と、第2のコレステリック液晶ポリマーシートと、第4の円偏光位相差板と、第3のTN液晶素子と、第5の円偏光位相差板と、第3のコレステリック液晶ポリマーシートと、光吸収部材とを順次配置し、その第1、第2、第3のコレステリック液晶ポリマーシートは、その散乱中心波長を異ならせることによっても、マルチカラー表示が可能なカラー液晶表示装置を構成することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、この発明による液晶表示装置の実施の形態を、添付図面を参照しながら具体的に説明する。

【0019】〔第1の実施形態：図1～図4〕まず、この発明による液晶表示装置の第1の実施形態について説明するが、その構成を図1及び図2によって説明する。図1はその液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図、図2はその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【0020】この液晶表示装置は、図1に示すSTN（スーパー・ツイスト・ネマチック）液晶素子12を使用している。そのSTN液晶素子12は、酸化インジウム錫（ITO）からなる透明な第1の電極3が形成されている厚さ0.7mmのガラス板からなる第1の基板1と、同じくITOからなる第2の電極4が形成されている厚さ0.7mmのガラス板からなる第2の基板2とを、シール材5によって張り合わせ、その一对の基板1、2の間に240°ツイスト配向しているネマチック液晶6を挟持して形成されている。

【0021】そして、図1に示すように、このSTN液晶素子12の第2の基板2の外側（図1では上側）に位相差板13を設け、その位相差板13の外側に偏光板8を設け、さらにその外側に光拡散層として光拡散シート15を設けている。また、STN液晶素子12の第1の基板1の外側（図1では下側）に円偏光位相差板9を設け、その円偏光位相差板9の外側にコレステリック液晶ポリマーシート10を設け、さらにその外側に光吸収部材11を設けている。

【0022】STN液晶素子12の第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜（図示せず）が形成され、第1の基板1は、図2において右上がり30°方向にラビング処理されることにより、下液晶分子配向方向12aが水平軸Hを基準に+30°となり、第2の基板2は図2において右下がり30°方向にラビング処理されることにより、上液晶分子配向方向12bが-30°となり、左回り240°ツイスト配向のSTN液晶素子12を形成している。

【0023】使用するネマチック液晶6の複屈折(birefringence)の差 $\Delta n$ は0.15で、第1の基板1と第2の基板2の間であるセルギャップdは5.4 $\mu\text{m}$ とする。したがってこのネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子の $\Delta n d$ 値は、810nmである。また、ネマチック液晶6のねじれピッチは11 $\mu\text{m}$ に調整してある。

【0024】図1において、STN液晶素子12の上側に、偏光板8を図2に示す透過軸8aが水平軸Hを基準にして+10°になるように配置し、STN液晶素子12と偏光板8の間に、位相差値550nmの位相差板13を、図2に示す遅相軸13aが水平軸Hを基準にして50°になるように配置している。

【0025】また、STN液晶素子12の下側に、円偏光位相差板9を図2に示す遅相軸9aが水平軸Hに対して+35°になるように配置している。そして、この円偏光位相差板9の下側にコレステリック液晶ポリマーシート10を配置し、さらに、光吸収部材11として黒色の紙を配置している。

【0026】STN液晶素子12と円偏光位相差板9とコレステリック液晶ポリマーシート10は、アクリル系粘着剤を用いて接着している。偏光板8と位相差板13とSTN液晶素子12も、アクリル系粘着剤を用いて接着している。また、偏光板8の外側に光拡散層として配置した光拡散シート15は、表面の反射を防ぐと同時に、選択散乱した反射光を拡散し、すりガラスを通したようにして表示の見やすさも改善している。

【0027】位相差板13は視野角特性を改善するため、遅相軸方向の屈折率 $n_x$ 、Y軸方向の屈折率 $n_y$ 、厚み方向の屈折率 $n_z$ が、 $n_x > n_z > n_y$ の関係となっている2軸性の位相差板を使用した。勿論1軸性の位相差板でも問題はない。

【0028】コレステリック液晶ポリマーシート10は、トリアセチルセルロース(TAC)フィルムで厚さ80 $\mu\text{m}$ のベースフィルムに配向処理を行い、その上にコレステリック液晶ポリマーを塗布し、液晶相を示す高温でねじれピッチ $P=0.37\mu\text{m}$ で、ベースフィルムに平行なブレナ配向になるように調節し、その後ガラス転移温度以下に冷却して、固化させたシートである。従って、ねじれ中心軸はベースフィルムに対して垂直方向となっている。なお、コレステリック液晶ポリマーシート10と光吸収部材11は、どのような角度で配置しても、表示特性に影響しないので、図2の平面図では省略している。

【0029】つぎに、この第1の実施形態の液晶表示装置による色彩表示機能について、図3及び図4も参照して説明する。図3は、この第1の実施形態の液晶表示装置における発色原理を説明するための斜視図である。

【0030】この液晶表示装置において、電圧無印加の状態では、偏光板8より入射した透過軸8a方向の直線

偏光は、位相差板13がない場合、STN液晶素子12を透過した状態で楕円偏光状態となり、円偏光位相差板9を通過しても円偏光にすることができず、表示が不十分になる。

【0031】しかし、位相差板13を偏光板8とSTN液晶素子12の間に配置したので、偏光板8より位相差板13に入射した直線偏光は、楕円偏光状態となる。その楕円偏光は、STN液晶素子12を透過する間に補正され、ほぼ直線偏光で、偏光板8の透過軸8aに対して約70°回転した位置から出射する。

【0032】円偏光位相差板9の図2に示す遅相軸9aを水平軸に対して+35°に配置しており、この円偏光位相差板9の遅相軸9aに対して、左回り45°に直線偏光が入射するので、図3の右側の「オン状態」に示すように左回りの左円偏光となる。これは、コレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向10aと同じであるため、散乱中心波長 $\lambda_c$ を中心に、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の光が選択散乱により反射し、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ 以外の透過光を光吸収部材11に吸収することで、鮮やかな反射色を得ることができる。

【0033】コレステリック液晶ポリマーシート10の屈折率を $n$ 、コレステリック液晶ポリマーのねじれピッチを $P$ と定義すると、散乱中心波長 $\lambda_c = n/P$ となる。この第1の実施形態では、 $n=1.65$ 、 $P=0.37\mu\text{m}$ の左ねじれのコレステリック液晶ポリマーを使用したので、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.61\mu\text{m}$ となり、メタリック調で金色の反射色を呈する。

【0034】つぎに、第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、STN液晶素子12の複屈折性が変化し、出射する直線偏光が約90°回転し、水平軸に対して-10°の方向になる。

【0035】したがって、図3の左側の「オフ状態」に示すように、STN液晶素子12を透過した直線偏光は、円偏光位相差板9の遅相軸9aに対して、右回り45°に入射するので、右円偏光となり、コレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向10aと逆になるので、選択散乱は発生せず、入射した右円偏光はすべてコレステリック液晶ポリマーシート10を透過し、光吸収部材11に吸収され、黒表示となる。

【0036】図4にこの第1の実施形態で用いた液晶表示装置における入射光の波長と透過率の関係を示す。実線による曲線52は電圧印加状態で黒表示の時の透過率を、破線による曲線53は電圧無印加状態で選択散乱時の透過率をそれぞれ示す。電圧無印加状態では、曲線53に示すように散乱中心波長 $\lambda_c = 0.61\mu\text{m}$ を中心に、波長が0.56 $\mu\text{m}$ ~0.67 $\mu\text{m}$ の範囲の散乱バンド幅の左円偏光が反射され、散乱バンド幅以外の波長の光はそのまま透過していることがわかる。

【0037】したがって、透過光を光吸収部材11で吸

収し、表面への戻りを抑えると、選択散乱による反射光で、鮮やかな金色の表示が可能になる。電圧印加状態では、曲線52に示すように、偏光板8を透過した光は、ほぼすべて、STN液晶素子12とコレステリック液晶ポリマーシート10を透過している。したがって、光吸収部材11にすべての光が吸収され、黒表示となる。

【0038】また、液晶素子として、STN液晶素子12を使用したことによって、ネマチック液晶6分子の印加電圧に対する変形が急峻になり、光学特性の急峻性が良くなる。そのため、視野角特性が改善し、さらに、単純マトリクス駆動でも、走査ライン数を100～400本まで増加することが可能になり、大型液晶表示装置や、高密度液晶表示装置を提供することが可能になる。

【0039】また、この実施形態では、図1に示したように偏光板8の外側に光拡散層として光拡散シート15を設けたことにより、メタリック的な色彩を拡散シート15で散乱させるため、ミラー状の表示がすりガラス越しのようなやわらかい色調となり、さらに視野角特性も改善され、液晶表示装置として見やすくなる。

【0040】また、この実施の形態では、ポリカーボネートフィルムにアクリルビーズを接着材に混入した材料を、光拡散層として塗布した光拡散シート15を用いたが、ベースフィルムの表面にエンボス加工したものや、あるいはベースフィルム中に光拡散粒子を分散したものなどを使用してもよい。光拡散シート15の散乱度としては、ヘイズ値30～90が好ましく、また全光線透過率は80～90%と比較的高いものが好ましい。

【0041】このように、偏光板8と位相差板13とSTN液晶素子12と円偏光位相差板9とコレステリック液晶ポリマーシート10と光吸収部材11とからなる構成により、数百本の走査ライン数をもつ高密度表示で、鮮やかな反射色と黒の高コントラストな表示が得られ、かつ、視野角特性が良好な単色カラー表示の液晶表示装置が得られる。

【0042】〔第1の実施形態の変形〕第1の実施形態では、ピッチ $P=0.37\mu\text{m}$ のコレステリック液晶ポリマーを用いて金色と黒表示の液晶表示装置としたが、ピッチ $P$ を変えることによって、反射光の色調は任意に変えることができる。たとえば、液晶ピッチ $P=0.3\mu\text{m}$ （散乱中心波長 $\lambda_c=0.49\mu\text{m}$ ）では青色と黒表示の液晶表示装置が、 $P=0.32\mu\text{m}$ （ $\lambda_c=0.53\mu\text{m}$ ）では、緑色と黒表示の液晶表示装置が得られた。

【0043】また、第1の実施形態では、電圧無印加状態でカラー表示、電圧印加状態で黒表示としたが、偏光板8の透過軸 $S_a$ を $90^\circ$ 回転し、図2に示した下液晶分子配向方向12aと同一方向に配置すると、電圧無印加状態で黒表示、電圧印加状態でカラー表示にすることも可能である。あるいは、円偏光位相差板9の遅相軸 $9_a$ を $90^\circ$ 回転しても、電圧無印加状態で黒表示、電圧

印加状態でカラー表示にすることができる。

【0044】さらに、第1の実施形態では、STN液晶素子12として $240^\circ$ ツイストのSTN液晶素子を用いたが、 $180^\circ\sim 270^\circ$ ツイストのSTN液晶素子であれば、どれを使用しても同様な効果が得られる。

【0045】また、第1の実施形態では、STN液晶素子12の楕円偏光状態を直線偏光に戻すために、位相差板13を1枚用いたが、位相差板を複数枚用いると、より完全な直線偏光に戻り、より良好な黒表示とカラー表示が得られる。位相差板は、STN液晶素子12の片側に複数枚配置しても、あるいはSTN液晶素子12の両側に配置してもよい。

【0046】第1の実施形態では、STN液晶素子12の楕円偏光状態を直線偏光に戻すために、位相差板13を用いたが、位相差板13の替わりにねじれ位相差板を用いると、より完全な直線偏光に戻り、さらに良好な黒表示とカラー表示が得られる。その場合のねじれ位相差板のツイスト角は、STN液晶素子12のツイスト角と等しいか、 $10^\circ\sim 30^\circ$ 小さく、ねじれ方向がSTN液晶素子12のツイスト角と逆方向であるものが好ましい。

【0047】右回り $220^\circ$ ツイストで、ねじれ位相差板の $\Delta n d$ が $610\text{nm}$ のねじれ位相差板を、図1における位相差板13の替わりに配置したところ、さらに良好な黒表示とカラー表示が得られた。

【0048】また、第1の実施の形態では、偏光板8の外側に拡散シート15を設けることによって、メタリックな色彩を散乱して視認性を改善したが、拡散シート15がなくても、多少暗くはなるが表示装置として問題はない。

【0049】光拡散シート15の替わりに、偏光板8のベースフィルム表面に、シリカ粒子を接着材に混入した光拡散層を塗布しても同様な効果が得られる。この光拡散層は、アクリルビーズやカルシウム粉等の粒子を接着材に分散してもよいし、あるいは光拡散シートを張り付けてもよい。あるいは、ベースフィルムの表面にエンボス加工してもよい。

【0050】液晶素子として、STN液晶素子12の代わりに、約 $90^\circ$ ツイストのTN（ツイスト・ネマチック）液晶素子を用いてもよく、光拡散シートや偏光板の表面に設けた散乱層により、視認性を改善できることは同様である。

【0051】さらに、第1の実施形態では、光吸収部材11として黒色の紙を用いたが、表面が黒色の太陽電池を用いることによって、その太陽電池の発電効率を低下することなく液晶表示を行うことが可能である。図5に、非単結晶型（アモルファス）太陽電池の発電効率を曲線51で示す。波長 $0.55\mu\text{m}$ 付近に発電効率のピークがあるが、可視光の全域で発電している。

【0052】したがって、第1の実施形態の液晶表示装

置を、光吸収部材11を除いて太陽電池上に配置しても、電圧印加状態では、図4の曲線52に示すように、35%以上の光が太陽電池に吸収され、デジタル時計用として十分な発電効率を示す。また電圧無印加状態では、波長0.56 $\mu\text{m}$ 以上の光は反射され、太陽電池に届かないが、図5の曲線51に示した発電効率のピーク波長である波長0.55 $\mu\text{m}$ から散乱中心波長 $\lambda_c$ を外すことにより、発電効率の低下を抑えることが可能である。

【0053】〔第2の実施形態：図6～図9〕つぎに、この発明による液晶表示装置の第2の実施形態について説明する。図6はその液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図、図7はその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。なお、これらの図において、前述した第1の実施形態の図1及び図2と同じ部分には同一の符号を付してあり、それらの詳細な説明は省略する。

【0054】この第2の実施形態の液晶表示装置は、コレステリック液晶ポリマーシートを複数枚使用することと、光吸収部材として半透過光吸収部材を用い、照明用バックライトを備えていること、および、液晶素子としてTN液晶素子を用いていることが、第1の実施形態の液晶表示装置と相違する。

【0055】図6に示す液晶表示装置は、ITOからなる第1の電極3が形成されている厚さ0.7mmのガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる第2の電極4が形成されている厚さ0.7mmのガラス板からなる第2の基板2とを、シール材5によって張り合わせ、その一対の基板1、2の間に90°ツイスト配向しているネマチック液晶6を挟持してなるTN液晶素子7を使用している。

【0056】第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜（図示せず）が形成され、第1の基板1は、図7において右下がり45°方向にラビング処理されることによって、下液晶分子配向方向7aが水平軸Hを基準に-45°となり、第2の基板2は右上がり45°方向にラビング処理されることによって、上液晶分子配向方向7bが水平軸Hを基準に+45°となり、左回り90°ツイスト配向のTN液晶素子7を形成している。

【0057】使用するネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ は0.15で、第1の基板1と第2の基板2の隙間であるセルギャップdは8 $\mu\text{m}$ とする。したがって、このネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子の $\Delta n d$ 値は、1200nmである。この $\Delta n d$ 値が500nmより小さくなると、光の旋光能力が低下するため好ましくなく、 $\Delta n d$ 値は800nm以上が好ましい。

【0058】偏光板8の図7に示す透過軸8aを、TN液晶素子7の下液晶分子配向方向7aと同じ右下がり45°に配置し、円偏光位相差板9の遅相軸9aは水平に

配置している。そして、図6に示すように、円偏光位相差板9の外側（図6では下側）に第1のコレステリック液晶ポリマーシート10を配置し、さらにその外側に第2のコレステリック液晶ポリマーシート61を配置している。

【0059】TN液晶素子7と円偏光位相差板9と第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と第2のコレステリック液晶ポリマーシート61は、アクリル系粘着剤を用いて接合している。

【0060】そして、第2のコレステリック液晶ポリマーシート61の外側（図6では下側）に、半透過光吸収部材62として黒色のポリエチレンシートを配置している。この半透過光吸収部材62は黒色を呈しているが、10～30%の透過率を示す。さらに、この半透過光吸収部材62の外側にエレクトロルミネッセンス（EL）発光体によるバックライト63を設けている。したがって、このバックライト63を点灯することにより、夜間でも液晶表示装置として利用可能になる。

【0061】偏光板8は、アクリル系粘着剤によってTN液晶素子7の上面に接着されている。その偏光板8の表面には光拡散層14が形成されており、表面の反射を防ぐと同時に、選択散乱したミラー状の反射光を拡散し、すりガラスを覗いたようにして表示の見やすさも改善する。

【0062】第1のコレステリック液晶ポリマーシート10は、第1の実施形態で用いたものと同じであり、屈折率 $n=1.65$ で、ねじれピッチ $P=0.37\mu\text{m}$ の左ねじれである。したがって、散乱中心波長 $\lambda_c=0.61\mu\text{m}$ で、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10単独では金色の反射色を呈する。

【0063】第2のコレステリック液晶ポリマーシート61は、屈折率 $n=1.65$ で、 $P=0.32\mu\text{m}$ の左ねじれである。したがって、散乱中心波長 $\lambda_c=0.53\mu\text{m}$ となり、第2のコレステリック液晶ポリマーシート61単独では緑色の反射色を呈する。なお、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と、第2のコレステリック液晶ポリマーシート61、半透過光吸収部材62、バックライト63は、どのような角度で配置しても表示特性に影響しないので、図7の平面図では図示を省略している。

【0064】つぎに、この第2の実施形態の液晶表示装置による色彩表示機能について、図8および図9も参照して説明する。図8は、この第2の実施形態の液晶表示装置における発色原理を説明するための斜視図である。

【0065】この液晶表示装置において、電圧無印加の状態では、偏光板8より入射した図7に示した透過軸8a方向の直線偏光は、TN液晶素子7の下液晶分子配向方向7aよりTN液晶素子7に入射し、TN液晶素子7により90°回転し、上液晶分子配向方向7bより出射する。

【0066】したがって、円偏光位相差板9に対して、左回り45°に入射するので、図8の右側の「オン状態」に示すように、左円偏光となる。これは第1のコレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向10aと同じであるため、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.61\mu\text{m}$ を中心に、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の光が選択散乱により反射する。

【0067】さらに、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10を透過した散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ 以外の左円偏光は、第2のコレステリック液晶ポリマーシート61で、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.53\mu\text{m}$ を中心に散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の光を反射する。この第2のコレステリック液晶ポリマーシート61をも透過した光を半透過光吸収部材62に吸収することによって、鮮やかなメタリックの白っぽい金色の反射色を得ることができる。

【0068】つぎに、第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、旋光性が消滅し、下液晶分子方向7aから入射した直線偏光は、そのままの方向でTN液晶素子7を通過する。したがって、TN液晶素子7を透過した直線偏光は、円偏光位相差板9の遅相軸9aに対して、右回り45°に入射するので、図8の左側の「オフ状態」に示すように右円偏光となる。

【0069】第1のコレステリック液晶ポリマーシート10および第2のコレステリック液晶ポリマーシート61として、左ねじれのものを採用したので、選択散乱は発生せず、入射した右円偏光はすべて第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と第2のコレステリック液晶ポリマーシート61を透過し、半透過光吸収部材62に吸収され、黒表示となる。

【0070】図9にこの第2の実施形態の液晶表示装置における入射光の波長と透過率の関係を示す。実線による曲線54は電圧印加状態の透過率を、破線による曲線55は電圧無印加状態で選択散乱時の透過率をそれぞれ示す。電圧無印加状態では曲線55に示すように、波長が $0.49\mu\text{m} \sim 0.67\mu\text{m}$ の範囲の左円偏光が反射され、他の波長の光はそのまま透過してることがわかる。したがって、透過光を半透過光吸収部材62で吸収し、表面への戻りを抑え、選択散乱による反射光によって鮮やかなメタリックな白っぽい金色の表示が可能になる。

【0071】一方、電圧印加状態では曲線54に示すように、偏光板8を透過した光はほぼすべて、TN液晶素子7とコレステリック液晶ポリマーシート10と第2のコレステリック液晶ポリマーシート61を透過する。したがって、半透過光吸収部材62にすべての光が吸収され、黒表示となり、高コントラストの表示が可能である。

【0072】また、夜間に表示を確認するために、図6に示したバックライト63を点灯すると、バックライト

63の光は、半透過光吸収部材62を透過して、さらに、黒表示となっていた電圧印加状態部分を透過する。電圧無印加のカラー表示部分は、バックライト63の光が透過しない。

【0073】バックライト63として、ブルー発光のEL素子を用いた場合、昼間は白っぽい金色背景に黒文字表示であった液晶表示装置が、夜間にバックライト63を点灯すると、暗い背景に明るいブルー表示となり、明暗関係が反転するが、夜間での認識が可能になる。

【0074】また、この実施形態では、偏光板8の外側に、光拡散層14を設けているので、メタリック調の色彩を光拡散層14で拡散させることによって、ミラー状の表示がすりガラス越しのようなやわらかい色調となり、さらに、視野角特性を改善し、液晶表示装置として見やすくなる。

【0075】このように、偏光板8とTN液晶素子7と円偏光位相差板9と、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10および第2のコレステリック液晶ポリマーシート61と、半透過光吸収部材62とバックライト63とによって液晶表示装置を構成することにより、色調を任意に調整することが可能になり、明るい場所では鮮やかな反射色を得られる。また、暗い場所では、バックライトを点灯することによって、黒白が反転した表示となるが、視認性の良好な単色カラー表示が得られる。

【0076】〔第2の実施形態の変形〕この第2の実施形態では、散乱中心波長 $\lambda_c$ の異なる2枚のコレステリック液晶ポリマーシートを重ねて使用したが、互いに散乱中心波長 $\lambda_c$ が異なるコレステリック液晶ポリマーシートを3枚以上重ねて使用してもよい。

【0077】例えば、コレステリック液晶ポリマーのピッチ $P = 0.3\mu\text{m}$ （散乱中心波長 $\lambda_c = 0.49\mu\text{m}$ ）、 $P = 0.32\mu\text{m}$ （ $\lambda_c = 0.53\mu\text{m}$ ）、 $P = 0.37\mu\text{m}$ （ $\lambda_c = 0.62\mu\text{m}$ ）の3枚の液晶ポリマーシートを重ねて使用したところ、ほぼ白色の反射色を得られ、光吸収部材として黒色材料を用いると、黒背景の白表示、または白背景の黒表示の反射型の液晶表示装置が得られる。

【0078】このコレステリック液晶ポリマーシートを3枚重ねて使用した液晶表示装置の光吸収部材として、アモルファス太陽電池を用い、背景を黒、表示部を白としたところ、良好な発電効率を得られた。

【0079】また、第1の実施形態における光吸収部材11や、第2の実施形態における半透過光吸収部材62として、黒色の紙や黒色のプラスチックシートを用いたが、紺色や茶色や赤などの濃い色彩のシートを用いることにより、背景色や文字の色を黒以外の色彩に変更することも可能である。

【0080】〔第3の実施形態：図10～図13〕つぎに、この発明による液晶表示装置の第3の実施形態について説明する。図10はその液晶表示装置の構成を説明

するための模式的な断面図、図11はその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。これらの図において、図1又は図6と同じ部分には同一の符号を付してあり、それらの詳細な説明は省略する。

【0081】この第3の実施形態の液晶表示装置は、第2のコレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向が右ねじれであり、偏光板8の配置角度が異なり、第1の実施形態と同様な光吸収部材11を設けて、バックライトを設けていない点以外は、前述した第2の実施形態の液晶表示装置と同じ構成である。

【0082】この液晶表示装置は、図10に示すように、第2の実施形態と同じTN液晶素子7の外側（図10では上側）に偏光板8を設けているが、その図11に示す透過軸8aが、TN液晶素子7の上液晶分子配向方向7bと同じ右上がり45°になるように配置している。

【0083】また、図10に示すTN液晶素子7の下側に円偏光位相差板9を、その図11に示す遅相軸9aを水平に配置している。さらに、この円偏光位相差板9の下側に、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と第2のコレステリック液晶ポリマーシート18を配置し、さらに、その第2のコレステリック液晶ポリマーシート18の下側に、光吸収部材11として黒色の紙を配置している。

【0084】TN液晶素子7と円偏光位相差板9と第1、第2のコレステリック液晶ポリマーシート10、18は、アクリル系粘着剤を用いて接着されている。また、偏光板8とTN液晶素子7もアクリル系粘着剤を用いて接着してある。偏光板8の表面には拡散層14を形成してあり、表面の反射を防ぐと同時に、選択散乱した反射光を拡散し、すりガラスを通したようにして、表示の見やすさも改善している。

【0085】第1のコレステリック液晶ポリマーシート10は、トリアセチルセルロース（TAC）フィルムで厚さ80 $\mu$ mのベースフィルムに、配向処理を行い、その上に左ねじれのコレステリック液晶ポリマーを塗布し、液晶相を示す高温でねじれピッチ $P=0.30\mu$ mでベースフィルムに平行なブレーナ配向になるように調節し、その後、ガラス転移温度以下に冷却して固形化させたシートである。したがって、ねじれ中心軸はベースフィルムに対して垂直方向となっており、反射色として青色を示す。

【0086】第2のコレステリック液晶ポリマーシート18は、トリアセチルセルロース（TAC）フィルムで厚さ80 $\mu$ mのベースフィルムに、配向処理を行い、その上に右ねじれのコレステリック液晶ポリマーを塗布し、液晶相を示す高温でねじれピッチ $P=0.37\mu$ mでベースフィルムに平行なブレーナ配向になるように調節し、その後、ガラス転移温度以下に冷却して固形化させたシートである。したがって、反射色としては金色を

示す。

【0087】なお、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と、第2のコレステリック液晶ポリマーシート18と光吸収部材11は、どのような角度で配置しても表示特性に影響しないので、図11の平面図では図示を省略している。

【0088】つぎに、この第3の実施形態の液晶表示装置による色彩表示機能について、図12および図13も参照して説明する。図12は、この第3の実施形態の液晶表示装置における発色原理を説明するための斜視図である。

【0089】この液晶表示装置において、電圧無印加のオフ状態では、偏光板8より入射した図11に示した透過軸8a方向の直線偏光は、TN液晶素子7の上液晶分子配向方向7bよりTN液晶素子7に入射し、そのTN液晶素子7により90°回転され、下液晶分子配向方向7aより出射する。

【0090】したがって、円偏光位相差板9に対して右回り45°に入射するので、図12の左側の「オフ状態」に示すように、右回りの右円偏光となる。第1のコレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向10aが左ねじれであるので、選択散乱は発生せず、入射した右円偏光はすべて第1のコレステリック液晶ポリマーシート10を透過し、第2のコレステリック液晶ポリマーシート18に入射する。

【0091】第2のコレステリック液晶ポリマーシート18は、右ねじれであるので、入射光の円偏光の回転方向と一致するので、散乱中心波長 $\lambda_c$ を中心に、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の光が選択散乱により反射し、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ 以外を透過するので、その透過光を光吸収部材11に吸収することによって、鮮やかな色彩の背景色を得ることができる。

【0092】ここで、コレステリック液晶ポリマーの屈折率を $n$ 、ねじれピッチを $P$ と定義すると、散乱中心波長 $\lambda_c = n \times P$ となる。この第3の実施形態では、第2のコレステリック液晶ポリマーシート18として、 $n=1.65$ 、 $P=0.37\mu$ mの右ねじれのコレステリック液晶ポリマーを使用したので、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.61\mu$ mとなり、メタリックな金色の反射色を呈する。

【0093】つぎに、第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、旋光性が消滅し、上液晶分子方向7bから入射した直線偏光は、そのままの方向でTN液晶素子7を通過する。

【0094】したがって、TN液晶素子7を透過した直線偏光は、円偏光位相差板9の図11に示した遅相軸9aに対して左回り45°に入射するので、図12の右側の「オン状態」に示すように、左円偏光となる。これは第1のコレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ

方向10aと同じ方向であるため、散乱中心波長 $\lambda_c$ を中心に、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の光が選択散乱により反射しカラー表示がなされる。散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ 以外の左円偏光は、ねじれ方向18aが右ねじれの第2のコレステリック液晶ポリマーシート18を透過し、光吸収部材11に吸収される。

【0095】第1のコレステリック液晶ポリマーシート10として、 $n=1.65$ 、 $P=0.30\mu m$ の左ねじれのコレステリック液晶ポリマーを使用したので、散乱中心波長 $\lambda_c=0.49\mu m$ となり、メタリックな青色の反射色を呈する。

【0096】図13に、この第3の実施形態の液晶表示装置による入射光の波長と透過率の関係を示す。点線による曲線71は電圧無印加状態であるオフ状態の時の透過率を、実線による曲線72は電圧印加状態であるオン状態の時の透過率をそれぞれ示す。

【0097】電圧無印加状態では、曲線71に示すように、散乱中心波長 $\lambda_c=0.61\mu m$ を中心に、 $0.56\mu m\sim0.67\mu m$ の範囲の散乱バンド幅の波長の右円偏光が反射され、散乱バンド幅以外の波長の光はそのまま透過する。したがって、その透過光を光吸収部材11で吸収し、表面への戻りを抑え、選択散乱による反射光で鮮やかな金色の背景が表示される。

【0098】一方、電圧印加状態では、曲線72に示すように、偏光板8を透過した光は、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10により、散乱中心波長 $\lambda_c=0.49\mu m$ を中心に、 $0.44\mu m\sim0.54\mu m$ の範囲の散乱バンド幅の波長の左円偏光が反射され、散乱バンド幅以外の波長の光はそのまま第2のコレステリック液晶ポリマーシート18を透過する。したがって、その透過光を光吸収部材11で吸収し、表面への戻りを抑え、選択散乱による反射光で、鮮やかなメタリックな青色表示となる。

【0099】また、この実施の形態では、偏光板8の外側に光拡散層14を設けているので、ミラー的な色彩を光拡散層で散乱させることにより、メタリックな表示がすりガラス越しのようなやわらかい色調となり、さらに、視野角特性も改善し、液晶表示装置として見やすくなる。

【0100】この第3の実施形態では、偏光板8のベースフィルム表面に、シリカ粒子を接着材に混入した光拡散層14を塗布したが、この光拡散層14は、アクリルビーズやカルシウム粉等の粒子を接着材に分散してもよいし、光拡散シートを張り付けてもよい。あるいは、ベースフィルムの表面にエンボス加工を施してもよい。

【0101】このように、1枚の偏光板8とTN液晶素子7と、円偏光位相差板9と第1のコレステリック液晶ポリマーシート10および第2のコレステリック液晶ポリマーシート18と、光吸収部材11とによって液晶表示装置を構成することにより、鮮やかなカラー背景にカ

ラー表示が得られるマルチカラー表示の液晶表示装置が得られる。

【0102】〔第3の実施形態の変形〕この第3の実施形態では、ピッチ $P=0.30\mu m$ の第1のコレステリック液晶ポリマー10と、ピッチ $P=0.37\mu m$ の第2のコレステリック液晶ポリマー18を用いて金色背景に青色表示の液晶表示装置を構成したが、コレステリック液晶ポリマーのピッチ $P$ を変えることによって、色調は任意に変えることができる。

【0103】たとえば、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10のピッチ $P=0.37\mu m$ （散乱中心波長 $\lambda_c=0.62\mu m$ ）、第2のコレステリック液晶ポリマーシート18のピッチ $P=0.32\mu m$ （散乱中心波長 $\lambda_c=0.53\mu m$ ）では、緑背景に金色表示の液晶表示装置が得られる。

【0104】また、この第3の実施形態では、電圧無印加状態で第2のコレステリック液晶ポリマーシート18による金色を、電圧印加状態で第1のコレステリック液晶ポリマーシート10による青色表示としたが、偏光板8の透過軸8aを $90^\circ$ 回転し、下液晶分子配向方向7aと同一方向に配置すると、電圧無印加状態で青背景、電圧印加状態で金色表示とすることも可能である。あるいは、円偏光位相差板9の遅相軸9aを $90^\circ$ 回転しても、電圧無印加状態で青背景、電圧印加状態で金色表示とすることができる。

【0105】また、この第3の実施形態では、光吸収部材11として黒色の紙を用いたが、前述の各実施形態の場合と同様に、表面が黒色の太陽電池を用いることによって、太陽電池の発電効率を低下せずに、液晶表示を行うことが可能になる。

【0106】〔第4の実施の形態：図14～図16〕つぎに、この発明による液晶表示装置の第4の実施形態について説明する。図14は、その液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図、図15はその構成要素の配置関係を示す平面図である。これらの図において、図1、図6、および図10と同じ部分には同一の符号を付しており、それらの詳細な説明は省略する。

【0107】この第4の実施形態の液晶表示装置は、液晶素子として第1の実施形態と同様なSTN液晶素子を使用すると共に位相差板を使用し、光拡散層を光拡散シートによって形成することと、半波長位相差板21を使用し、第2のコレステリック液晶ポリマーシートとして左ねじれのものを使用する点が、前述の第3の実施形態と異なる。その他の構成は、第3の実施形態と同様である。

【0108】この第3の実施形態の液晶表示装置のSTN液晶素子12は、図1によって説明した第1の実施形態のSTN液晶素子12と全く同じ構成である。そのSTN液晶素子12の外側（図14では上側）に偏光板8を、その図15に示す透過軸8aを水平軸Hを基準して

+10°にして配置し、STN液晶素子12と偏光板8との間に、位相差値550nmの位相差板13を、図15に示す遅相軸13aが水平軸Hを基準にして+50°になるように配置している。

【0109】そして、STN液晶素子12の外側(図14では下側)に、円偏光位相差板9を、図15に示す遅相軸9aが水平軸に対して+35°になるように配置している。この円偏光位相差板9の下側に、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10を配置し、さらに、その下側に半波長位相差板21と第2のコレステリック液晶ポリマーシート18と光吸収部材11としての黒色の紙とを配置している。

【0110】これらのSTN液晶素子12と円偏光位相差板9と第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と半波長位相差板21と第2のコレステリック液晶ポリマーシート18は、アクリル系粘着剤を用いて接着している。偏光板8と位相差板13とSTN液晶素子12も、アクリル系粘着剤を用いて接着している。また、偏光板8の外側には、拡散シート15を配置している。

【0111】位相差板13は視野角特性を改善するため、遅相軸方向の屈折率 $n_x$ 、Y軸方向の屈折率 $n_y$ 、厚み方向の屈折率 $n_z$ が、 $n_x > n_z > n_y$ の関係となっている2軸性の位相差板を使用する。勿論、1軸性の位相差板でも問題はない。第1のコレステリック液晶ポリマーシート10は、第1の実施形態で用いたものと同じで、ねじれ方向は左ねじれである。

【0112】第2のコレステリック液晶ポリマーシート18は、ビッチ $P=0.37\mu$ で、第3の実施形態で用いたものと同じであるが、ねじれ方向18aが左ねじれであり、第3の実施形態で用いたものとはねじれ方向が逆である。第1のコレステリック液晶ポリマーシート10および第2のコレステリック液晶ポリマーシート18と、半波長位相差板21と光吸収部材11および拡散シート15は、どのような角度で配置しても表示特性に影響しないので、図15の平面図では図示を省略している。

【0113】つぎに、この第4の実施形態の液晶表示装置による色彩表示機能について、図16も参照して説明する。図16は、この第4の実施形態の液晶表示装置における発色原理を説明するための斜視図である。

【0114】この液晶表示装置において、電圧無印加のオフ状態では、偏光板8より入射した透過軸8a方向の直線偏光は、位相差板13がない場合はSTN液晶素子12を透過した状態で楕円偏光状態となり、円偏光位相差板9を通過しても円偏光にすることができず、表示が不十分になる。

【0115】しかし、位相差板13を偏光板8とSTN液晶素子12の間に配置しているので、偏光板8より位相差板13に入射した直線偏光は楕円偏光状態となる。その楕円偏光は、STN液晶素子12を透過する間に補

正され、ほぼ直線偏光で、偏光板8の透過軸8aに対して約70°回転し、右上がり80°の位置から出射する。

【0116】円偏光位相差板9の遅相軸9aを水平に対して+35°に配置してある。したがって、円偏光位相差板9の遅相軸9aに対して、左回り45°に直線偏光が入射するので、図16の右側の「オフ状態」に示すように、左回りの左円偏光となる。

【0117】第1のコレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向10aが左ねじれであるので、散乱中心波長 $\lambda_c$ を中心に、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の波長の光が選択散乱により反射し、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ 以外の波長の光は透過する。その透過光は、半波長位相差板21により右円偏光となり、第2のコレステリック液晶ポリマーシート18を透過し、光吸収部材11に吸収されることによって、鮮やかな色彩のメタリックな青色の反射色を得ることができる。

【0118】つぎに、第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、STN液晶素子12の複屈折性が変化し、出射する直線偏光が約90°回転して水平に対して-10°の方向になる。

【0119】したがって、図16の左側の「オン状態」に示すように、STN液晶素子12を透過した直線偏光は、円偏光位相差板9の遅相軸9aに対して、右回り45°に入射するので、右円偏光となり、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向10aと逆方向であるので、選択散乱は発生せず、入射した右円偏光はすべてコレステリック液晶ポリマーシート10を透過し、半波長位相差板21により左円偏光に変換される。

【0120】したがって、ねじれ方向18aが左ねじれの第2のコレステリック液晶ポリマーシート18により選択散乱が発生し、透過光を光吸収部材11に吸収すると、金色の表示色が得られる。

【0121】また、液晶素子として、STN液晶素子12を使用したことで、ネマチック液晶6分子の印加電圧に対する変形が急峻になり、光学特性の急峻性が良くなる。そのため、単純マトリクス駆動でも、走査ライン数を100〜400本まで増加することが可能になり、大型液晶表示装置や高密度液晶表示装置を提供することが可能になる。

【0122】また、この第4の実施形態では、偏光板8の外側に第1の実施形態と同様な光拡散シート15を設けているので、ミラー的な色彩を光拡散シート15で散乱させて、ミラー状の表示がすりガラス越しのようなやわらかい色調となり、さらに、視野角特性も改善し、液晶表示装置として見やすくなる。

【0123】このように、偏光板8と位相差板13およびSTN液晶素子12と、円偏光位相差板9と第1のコ

レステリック液晶ポリマーシート10と半波長位相差板21と第2のコレステリック液晶ポリマーシート18と、光吸収部材11とによって液晶表示装置を構成することにより、数百本の走査ライン数をもつ高密度表示で、鮮やかな色の背景にメタリックカラーの表示が得られ、マルチカラー表示の液晶表示装置が得られる。

【0124】〔第4の実施形態の変形〕この第4の実施形態では、STN液晶素子12として、 $240^\circ$ ツイストのSTN液晶素子を用いたが、 $180^\circ \sim 270^\circ$ ツイスト範囲のいずれのSTN液晶素子を使用しても、同様な効果が得られる。

【0125】また、この第4の実施形態では、STN液晶素子の楕円偏光状態を直線偏光に戻すために位相差板を1枚用いたが、位相差板を複数枚用いることにより、より完全な直線偏光に戻すことができ、一層良好なカラー表示を得ることができる。その場合の複数枚の位相差板は、STN液晶素子の片側に複数枚配置しても、あるいはSTN液晶素子の両側に配置してもよい。

【0126】さらに、この第4の実施形態では、STN液晶素子の楕円偏光状態を直線偏光に戻すために位相差板を用いたが、位相差板の替わりにねじれ位相差板を用いると、より完全な直線偏光に戻すことができ、一層良好なカラー表示が得られる。

【0127】その場合のねじれ位相差板のツイスト角は、STN液晶素子のツイスト角と等しいか、 $10^\circ \sim 30^\circ$ 小さく、ねじれ方向がSTN液晶素子のツイスト角と逆方向であるものが好ましい。右回り $220^\circ$ ツイストで、 $\Delta n d$ が $610 \text{ nm}$ のねじれ位相差板を、図14における位相差板13の替わりに配置したところ、さらに良好なカラー表示が得られた。

【0128】〔第5の実施形態：図17～図19〕つぎに、この発明による液晶表示装置の第5の実施形態について説明する。図17はその液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図、図18はその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。これらの図において、図1、図6、図10、および図14と同じ部分には同一の符号を付してあり、それらの詳細な説明は省略する。

【0129】この第5の実施形態の液晶表示装置では、第2のコレステリック液晶ポリマーシート18の代わりに反射型偏光板22を使用することと、光吸収部材として、半透過光吸収部材62を用い、照明用バックライト63を備えていることが第4の実施形態と異なる以外は、図10に示した第4の実施形態の構成と同じである。

【0130】この実施形態の液晶表示装置は、図17に示すように、第3の実施形態と同じTN液晶素子7を使用し、その第2の基板2の外側（図17では上側）に偏光板8を、その図18に示す透過軸8aをTN液晶素子7の上液晶分子配向方向7bと同じ $+45^\circ$ になるよ

うに配置している。

【0131】そして、TN液晶素子7の第1の基板1の外側（図17では下側）に反射型偏光板22を、TN液晶素子7の下液晶分子配向方向7a（図18）と同じ $-45^\circ$ に配置し、その下側に円偏光位相差板9を遅相軸9aを図18に示すように垂直にして配置している。

【0132】さらに、その円偏光位相差板9の下側に、ねじれ方向10aが左ねじれの第1のコレステリック液晶ポリマーシート10を配置してある。TN液晶素子7と反射型偏光板22と円偏光位相差板9と第1のコレステリック液晶ポリマーシート10は、アクリル系粘着剤を用いて接合している。

【0133】そして、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10の下側に、半透過光吸収部材62として黒色のポリエチレンシートを配置している。この半透過光吸収部材62は、黒色を呈しているが、 $20 \sim 30\%$ の透過率を示す。さらに、その半透過光吸収部材62の外側にEL発光体によるバックライト63を設けている。このバックライト63を点灯することにより、夜間でも液晶表示装置として利用可能になる。

【0134】偏光板8は、アクリル系粘着剤を用いてTN液晶素子7と接合している。反射型偏光板22とは、通常の吸収型偏光板とは異なり、透過軸22a方向の光は透過するが、透過軸22aと $90^\circ$ ずれた方向の光を反射する機能をもつ。薄膜をベースフィルム上に多層に積層した構造であり、この実施形態では、住友3M社製の商品名D-BEFを採用した。

【0135】第1のコレステリック液晶ポリマーシート10は、第1の実施形態で用いたものと同じで、屈折率 $n=1.65$ で、ねじれピッチ $P=0.37 \mu\text{m}$ の左ねじれである。したがって、散乱中心波長 $\lambda_c=0.61 \mu\text{m}$ で、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10は金色の反射色を呈する。

【0136】なお、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と、半透過光吸収部材62およびバックライト63は、どのような角度で配置しても表示特性に影響しないので、図18の平面図では図示を省略している。

【0137】つぎに、この第5の実施形態の液晶表示装置による色彩表示機能について、図19も参照して説明する。図19は、この第5の実施形態の液晶表示装置における発色原理を説明するための斜視図である。

【0138】この液晶表示装置において、電圧無印加のオフ状態では、偏光板8より入射した透過軸8a方向の直線偏光は、TN液晶素子7の上液晶分子配向方向7bよりTN液晶素子7に入射し、TN液晶素子7により $90^\circ$ 回転され、下液晶分子配向方向7aより出射する。

【0139】反射型偏光板22の透過軸22aは、TN液晶素子7の下液晶分子配向方向7aと平行に配置しているため、直線偏光はそのまま反射型偏光板22を透過する。その透過した直線偏光は、円偏光位相差板9に対

して左回り45°に入射するので、図19の右側の「オフ状態」に示すように左円偏光となる。

【0140】これは、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10のねじれ方向10aと同じ方向であるため、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.49\mu\text{m}$ を中心に、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の波長の光が選択散乱により反射し、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ 以外の波長の光は第1のコレステリック液晶ポリマーシート10を透過する。その透過した光を半透過光吸収部材62に吸収することによって、鮮やかなメタリックの青色の反射色を得ることができる。

【0141】つぎに、第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、旋光性が消滅し、上液晶分子配向方向7bから入射した直線偏光は、そのままの方向でTN液晶素子7を通過する。したがって、TN液晶素子7を透過した直線偏光は、反射型偏光板22に透過軸22aと直角方向から入射するので、図19の左側の「オン状態」に示すように、すべての波長の光が反射して銀色のメタリック表示となる。

【0142】また、夜間に表示を確認するために、図17に示したバックライト63を点灯すると、バックライト63の光は半透過光吸収部材62を透過して、さらに青色表示となっていた電圧無印加状態部分を透過する。電圧印加状態の銀色のメタリック表示部分は、バックライト63の光が透過しない。バックライト63として青白い発光のEL素子を用いた場合、昼間は銀色背景に青文字表示であったカラー液晶表示が、夜間にバックライト63を点灯すると、暗い背景に明るいブルー表示となり、白黒関係が反転する。

【0143】このように、偏光板8とTN液晶素子7と反射型偏光板22と、円偏光位相差板9と第1のコレステリック液晶ポリマーシート10と、半透過光吸収部材62およびバックライト63とによって液晶表示装置を構成することにより、青背景に銀色のメタリック表示が可能になる。また、暗い場所では、バックライトを点灯することによって黒白が反転した表示となる、マルチカラー表示のカラー液晶表示装置が得られる。

【0144】〔第5の実施の形態の変形〕この第5の実施の形態では、第1のコレステリック液晶ポリマーシート10として、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.49\mu\text{m}$ の液晶ポリマーシートを1枚用いたが、ねじれ方向が等しく、散乱中心波長の異なる2枚以上の液晶ポリマーシートを重ねることによって、任意の色彩が得られる。それによって、任意の背景色に銀色表示のカラー液晶表示装置を得ることができる。

【0145】偏光板8の透過軸8aを90°回転し、下液晶分子配向方向7aと同じにすると、電圧無印加のオフ状態で銀色表示となり、電圧印加のオン状態で青色表示となり、銀色の背景に青色表示となる。

【0146】〔第1乃至第5の実施の形態の変形例〕第2

の実施形態と第3の実施形態と第5の実施形態では、液晶素子としてTN液晶素子7を用いたが、第1の実施の形態で用いたようなSTN液晶素子と位相差板の組合せや、STN液晶素子とねじれ位相差板の組合せを用いることも、勿論可能である。また、第1の実施の形態と第4の実施の形態では、液晶素子としてSTN液晶素子と位相差板を用いたが、TN液晶素子を用いることも可能である。

【0147】第2の実施の形態と第3の実施の形態で用いた偏光板8に設けた光拡散層14、第1の実施の形態と第4の実施の形態で光拡散層として用いた光拡散シート15は、どの実施形態の構成にも応用できることは明らかである。また、第1の実施形態の変形と第3の実施形態の変形として説明した、光吸収部材11の代わりに太陽電池を用いることも、他のどの実施形態の構成にも適用できる。

【0148】第2の実施の形態と第5の形態で用いた半透過光吸収部材62とバックライト63も、他のどの実施形態の構成にも適用できる。とくに、半透過光吸収部材62を取り除き、バックライトとして、EL板にカラー印刷したカラーELを用いることによって構成を単純にでき、且つ赤や紺の色を表示できる。

【0149】とくに第3の実施形態と第4の実施形態と第5の実施形態においては、半透過光吸収部材62を取り除き、直接白色のバックライト63を設けることによって、バックライト点灯時の輝度アップを図ることも可能である。これはバックライト63の表面がでこぼこしているため、それによる偏光散乱作用により、反射光が途中のコレステリック液晶ポリマーシートや反射型偏光板で吸収されるためである。

【0150】〔第6の実施の形態：図20～図23〕つぎに、この発明による液晶表示装置の第6の実施形態について、図20乃至図23を参照して説明する。この第6の実施形態は、液晶素子を複数枚重ねて、3色以上の表示が可能になるマルチカラー液晶表示装置である。図20はその第6の実施形態のカラー液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図、図21はその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【0151】この実施の形態のカラー液晶表示装置は、3枚の平行配向液晶素子（PA液晶素子）31、32、33を備えている。各PA液晶素子31、32、33は、ITOからなる透明な第1の電極が形成されている厚さ0.7mmのガラス板からなる第1の基板と、同じくITOからなる透明な第2の電極が形成されている厚さ0.7mmのガラス板からなる第2の基板とを間隔を置いてシール材で張り合わせ、その一対の基板間に0°ツイスト配向しているネマチック液晶6を挟持して形成されている。

【0152】そして、第1のPA液晶素子31の第1の電極と第2の電極の表面には配向膜が形成され、第1の

基板は、図21で右下がり45°方向にラビング処理することによって、下液晶分子配向方向31aは水平軸Hを基準に-45°となり、第2の基板も右下がり45°方向にラビング処理することにより上液晶分子配向方向31bも-45°となり、0°ツイスト配向のPA液晶素子31を形成している。

【0153】使用するネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ は0.1で、第1の基板と第2の基板の間隙であるセルギャップdは2.8 $\mu\text{m}$ とする。したがって、ネマチック液晶の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子の $\Delta nd$ 値は、280nmである。この値は、緑色の光の波長である550nmの約1/2に相当し、光の回転方向を逆回りにする。第2のPA液晶素子32と第3のPA液晶素子33も、上述した第1のPA液晶素子31と全く同じ構成である。

【0154】そして、第1のPA液晶素子31の外側（図20では上側）に円偏光位相差板9を、さらにその外側に偏光板8を配置している。その偏光板8は、図21に示す透過軸8aを+45°に配置し、円偏光位相差板9の遅相軸9aは水平に配置している。この円偏光位相差板9の下側に、第1のPA液晶素子31を上液晶分子配向方向31aが-45°になるように配置しており、その第1のPA液晶素子31の下側に第1のコレステリック液晶ポリマーシート34を配置している。

【0155】その第1のコレステリック液晶ポリマーシート34の外側（図20では下側）に、第2のPA液晶素子32と第2のコレステリック液晶ポリマーシート35を配置し、さらにその下側に第3のPA液晶素子33と第3のコレステリック液晶ポリマーシート36を配置し、最も下部に光吸収部材11として黒色のプラスチックシートを配置している。

【0156】第1のPA液晶素子31と第1のコレステリック液晶ポリマーシート34は、アクリル系粘着剤を用いて接着している。また、偏光板8と円偏光位相差板9と第1のPA液晶素子31もアクリル系粘着剤を用いて接着している。第2のPA液晶素子32と第2のコレステリック液晶ポリマーシート35、第3のPA液晶素子33と第3のコレステリック液晶ポリマーシート36も、それぞれアクリル系粘着剤を用いて接着している。

【0157】第1のコレステリック液晶ポリマーシート34は、TACフィルムで厚さ80 $\mu\text{m}$ のベースフィルムに配向処理を行い、その上に左ねじれのコレステリック液晶ポリマーを塗布し、液晶相を示す高温で、ねじれピッチP=0.30 $\mu\text{m}$ でベースフィルムに平行なブレナ配向になるように調節し、その後、ガラス転移温度以下に冷却して、固形化させたシートである。したがって、ねじれ中心軸はベースフィルムに対して垂直方向となっており、散乱中心波長 $\lambda_c$ =0.49 $\mu\text{m}$ で、反射色として青色を示す。

【0158】第2のコレステリック液晶ポリマーシート

35は、左ねじれで、ねじれピッチP=0.32 $\mu\text{m}$ で、散乱中心波長 $\lambda_c$ =0.53 $\mu\text{m}$ の緑色を示し、第3のコレステリック液晶ポリマーシート36は、左ねじれで、ねじれピッチP=0.37 $\mu\text{m}$ で、散乱中心波長 $\lambda_c$ =0.62 $\mu\text{m}$ の赤色を示す。

【0159】なお、第1、第2、第3のコレステリック液晶ポリマーシート34、35、36と光吸収部材11は、どのような角度で配置しても表示特性に影響しないので、図21の平面図では図示を省略している。また、第2、第3のPA液晶素子32、33は、第1のPA液晶素子31と同じ角度に配置しており、しかも、どのような角度で配置しても表示特性に影響しないので、第1のPA液晶素子31以外は図21の平面図では図示を省略している。

【0160】つぎに、この第6の実施形態のカラー液晶表示装置による色彩表示機能について、図22および図23も参照して説明する。このカラー液晶表示装置において、図20に示した偏光板8より入射した図21における透過軸8a方向の直線偏光は、円偏光位相差板9の遅相軸9aに対して、左回り45°に入射するので左円偏光となる。

【0161】第1のPA液晶素子31の $\Delta nd$ は、光の波長の約1/2の280nmであるので、電圧無印加のオフ状態では偏光状態が反転し、右円偏光となる。第1のコレステリック液晶ポリマーシート34のねじれ方向として、左ねじれを採用したので、入射した右円偏光はすべて第1のコレステリック液晶ポリマーシート34を透過し、第2のPA液晶素子32に入射する。

【0162】一方、第1のPA液晶素子に電圧を印加すると、液晶分子が立ち上がり、実質的な $\Delta nd$ は0となり、偏光状態は変化せず、入射光の左円偏光のままである。したがって、第1のコレステリック液晶ポリマーシート34で選択散乱が発生して、青色の波長領域の光は反射し、青以外の波長領域の光は透過して第2のPA液晶素子32に入射する。

【0163】第2のPA液晶素子32と第2のコレステリック液晶ポリマーシート35でも同様に作用し、緑色の波長領域の光を反射したり、すべての入射光を透過する。第3のPA液晶素子33と第3のコレステリック液晶ポリマーシート36でも同様に作用し、赤色の波長領域の光を反射したり、すべての入射光を透過する。その第3のコレステリック液晶ポリマーシート36を透過した光は、光吸収部材11に吸収される。

【0164】図22は、この実施形態のカラー液晶表示装置における入射光の波長と透過率の関係を示す線図であり、実線による曲線73は黒色表示状態の透過率を、一点鎖線による曲線74は青色表示状態の透過率を、破線による曲線75には緑色表示状態の透過率を、二点鎖線による曲線76は赤色表示状態の透過率を、それぞれ示している。

【0165】赤色表示状態では、曲線76に示されるように、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.61 \mu\text{m}$ を中心に、 $0.56 \mu\text{m} \sim 0.67 \mu\text{m}$ の範囲の右円偏光が反射され、その散乱バンド幅以外の波長の光はそのまま透過していることがわかる。同じように、青色表示状態と緑色表示状態でも、それぞれ曲線74、75に示されるように、散乱中心波長 $\lambda_c$ を中心に、散乱バンド幅 $\Delta\lambda$ の光が反射し、散乱バンド幅以外の波長領域の光は透過している。黒表示状態では、曲線73に示されるように、約35%の光が第3のコレステリック液晶ポリマーシート36を透過して、光吸収部材11に吸収される。

【0166】図23に、この第6の実施形態のカラー液晶表示装置による、各PA液晶素子のオン／オフ状態と表示色の関係を示す。この各PA液晶素子31、32、33のオン／オフ状態の組み合わせによって、緑色、黄色、赤色、黒色（透過）、紫色、青色、空色、白色の8色表示が可能であることがわかる。

【0167】このように、1枚の偏光板8と円偏光位相差板9と、3枚のPA液晶素子と3枚のコレステリック液晶ポリマーシートと光吸収部材11とによってカラー液晶表示装置を構成することにより、鮮やかな8色表示が可能なマルチカラー表示の液晶表示装置が得られる。

【0168】〔第7の実施形態：図24、図25〕つぎに、この発明の第7の実施形態のカラー液晶表示装置について、図24と図25を参照して説明する。上述の第6の実施形態では、液晶素子として、 $0^\circ$ ツイストで $\Delta n d = 280 \text{ nm}$ のPA液晶素子を用いたが、通常のTN液晶素子でも同様な表示が可能である。この第7の実施形態は、TN液晶素子を用いて8色表示マルチカラー液晶表示装置を実現したものである。

【0169】図24は第7の実施形態のカラー液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図、図25はその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。これらの図において、図20および図21と同じ部分には同一の符号を付している。

【0170】この第7の実施形態のカラー液晶表示装置は、3枚のTN配向液晶素子41、42、43を備えている。各TN液晶素子41、42、43は、それぞれITOからなる第1の電極が形成されている厚さ $0.7 \text{ mm}$ のガラス板からなる第1の基板と、ITOからなる第2の電極が形成されている厚さ $0.7 \text{ mm}$ のガラス板からなる第2の基板を、シール材によって間隔を置いて張り合わせ、その一対の基板間に $90^\circ$ ツイスト配向しているネマチック液晶6を挟持して形成されている。

【0171】そして、第1のTN液晶素子41は、第1の電極と第2の電極の表面に配向膜が形成され、第1の基板は図25において右下がり $45^\circ$ 方向にラビング処理することにより、下液晶分子配向方向41aが水平軸を基準に $-45^\circ$ となり、第2の基板は右上がり $45^\circ$ 方向にラビング処理することにより、上液晶分子配向方

向41bが水平軸を基準に $+45^\circ$ となり、 $90^\circ$ ツイスト配向のTN液晶素子41を形成している。

【0172】使用するネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ は $0.15$ で、第1の基板と第2の基板の間であるセルギャップdは $8 \mu\text{m}$ とする。したがって、ネマチック液晶の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子の $\Delta n d$ 値は、 $1200 \text{ nm}$ である。第2のTN液晶素子42および第3のTN液晶素子43も、この第1のTN液晶素子41と全く同じ構成である。

【0173】第1のTN液晶素子41の外側（図24では上側）に偏光板8を配置しており、その偏光板8の図25に示す透過軸8aを、第1のTN液晶素子41の上液晶配向方向41bと平行な右上がり $45^\circ$ に配置する。そして、第1のTN液晶素子41の下側に、第1の円偏光位相差板44を図25に示す遅相軸44aが水平になるように配置し、その下側に第1のコレステリック液晶ポリマーシート34を配置する。さらに、その下側に第2の円偏光位相差板45を、その遅相軸45aが第1の円偏光位相差板44の遅相軸44aから $90^\circ$ 回転して垂直になるように配置する。

【0174】同様に、第2のTN液晶素子42に対し、第3の円偏光位相差板46をその遅相軸が水平になるように配置し、第2のコレステリック液晶ポリマーシート35を介して、第4の円偏光位相差板47をその遅相軸が垂直になるように配置している。さらに、第3のTN液晶素子43に対し、第5の円偏光位相差板48をその遅相軸が水平になるように配置し、その下側に第3のコレステリック液晶ポリマーシート36を配置し、最も下部に光吸収部材11として黒色のプラスチックシートを配置している。

【0175】第1のTN液晶素子41と第1の円偏光位相差板44と第1のコレステリック液晶ポリマーシート34と第2の円偏光位相差板45は、アクリル系粘着剤を用いて接着してある。また、偏光板8とTN液晶素子41もアクリル系粘着剤を用いて接着している。第2のTN液晶素子42と第3の円偏光位相差板46と第2のコレステリック液晶ポリマーシート35と第4の円偏光位相差板47、第3のTN液晶素子43と第5の円偏光位相差板48と第3のコレステリック液晶ポリマーシート36も、アクリル系粘着剤を用いて接着している。

【0176】第1のコレステリック液晶ポリマーシート34は、TACフィルムで厚さ $80 \mu\text{m}$ のベースフィルムに配向処理を行い、その上に左ねじれのコレステリック液晶ポリマーを塗布し、液晶相を示す高温でねじれピッチ $P = 0.30 \mu\text{m}$ でベースフィルムに平行なブレーナ配向になるように調節し、その後、ガラス転移温度以下に冷却して、固化させたシートである。したがって、ねじれ中心軸はベースフィルムに対して垂直方向となっており、散乱中心波長 $\lambda_c = 0.49 \mu\text{m}$ で、反射色として青色を示す。

【0177】第2のコレステリック液晶ポリマーシート35は、左ねじれで、ねじれピッチ $P=0.32\mu\text{m}$ で、散乱中心波長 $\lambda_c=0.53\mu\text{m}$ の緑色を示し、第3のコレステリック液晶ポリマーシート36は、左ねじれで、ねじれピッチ $P=0.37\mu\text{m}$ で、散乱中心波長 $\lambda_c=0.62\mu\text{m}$ の赤色を示す。なお、第1、第2、第3のコレステリック液晶ポリマーシート34、35、36と光吸収部材11は、どのような角度で配置しても表示特性に影響しないので、図25の平面図では図示を省略している。

【0178】また、第1、第2、第3のTN液晶素子41、42、43は、すべて同じに配置しているので、第1のTN液晶素子41以外は、図25の平面図では図示を省略している。

【0179】また、第1の円偏光位相差板44と第3の円偏光板46と第5の円偏光板48は同一角度で配置している。また、第2の円偏光位相差板45と第4の円偏光位相差板47も同一角度で配置しているので、第1の円偏光位相差板44の遅相軸44aと第2の円偏光位相差板45の遅相軸45a以外は、図25の平面図では図示を省略している。

【0180】つぎに、この第7の実施形態のカラー液晶表示装置による色彩表示機能について説明する。このカラー液晶表示装置において、図24に示した偏光板8の外側から入射した図25に示す透過軸8a方向の直線偏光は、第1のTN液晶素子41に上液晶分子配向方向41bより入射する。そして、電圧無印加のオフ状態では90°回転し、下液晶分子配向方向41aより出射し、第1の円偏光位相差板44の図25に示す遅相軸44aに対して、右回り45°に入射するので右円偏光となる。

【0181】第1のコレステリック液晶ポリマーシート34のねじれ方向として、左ねじれを採用したので、入射した右円偏光はすべて第1のコレステリック液晶ポリマーシート34を透過し、第2の円偏光位相差板45に入射して、下液晶分子配向方向41aに平行な直線偏光に戻る。

【0182】一方、第1のTN液晶素子41に電圧を印加すると、液晶分子が立ち上がり、旋光性が解消されるので、偏光板8aから第1のTN液晶素子41に入射した直線偏光は、上液晶分子配向方向41bと平行に出射し、第1の円偏光位相差板44の遅相軸44aに対して左回り45°に入射するので、左円偏光となる。したがって、第1のコレステリック液晶ポリマーシート34で選択散乱が発生し、青色の波長領域の光は反射し、青以外の波長領域の光は透過して第2の円偏光位相差板45に入射し、上液晶分子配向方向41bに平行な直線偏光に戻る。

【0183】第2のTN液晶素子42と第3の円偏光位相差板46と第2のコレステリック液晶ポリマーシート

35と第4の円偏光位相差板47でも同様に作用し、緑色の波長領域の光を反射したり、すべての入射光を透過する。

【0184】第3のTN液晶素子43と第5の円偏光位相差板48と第3のコレステリック液晶ポリマーシート36でも同様に作用し、赤色の波長領域の光を反射したり、すべての入射光を透過する。そして、第3のコレステリック液晶ポリマーシート36を透過した光は、光吸収部材11に吸収される。

【0185】したがって、この第7の実施形態のカラー液晶表示装置でも、第6の実施形態のカラー液晶表示装置と同様に、緑色、黄色、赤色、黒色（透過）、紫色、青色、空白、白色の8色表示が可能である。

【0186】このように、1枚の偏光板8と5枚の円偏光位相差板と、3枚のTN液晶素子と3枚のコレステリック液晶ポリマーシートと光吸収部材11とによって液晶表示装置を構成することにより、鮮やかな8色表示が可能なマルチカラー表示の液晶表示装置が得られる。

【0187】〔第7の実施形態の変形例〕この第7の実施形態では、液晶表示素子として、3枚のTN液晶素子を用いたが、位相差板方式STN液晶素子や、ねじれ位相差板方式STN液晶素子を使用してもよい。また、これらの液晶素子やPA液晶素子との組合せでもよい。

【0188】この第7の実施形態では、第1の円偏光位相差板44の遅相軸44aと第2の円偏光位相差板45の遅相軸45aを直角に配置したが、平行に配置することも可能である。その場合、第2の円偏光位相差板45から出射する直線偏光は90°回転するので、TN液晶素子のオン・オフ制御は変える必要がある。

【0189】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明による液晶表示装置は、1枚の偏光板と位相差板とSTN液晶素子とコレステリック液晶ポリマーシートと円偏光位相差板と光吸収部材とによって構成することができ、それによって、視野角特性が良好で、且つ高密度表示が可能であり、鮮やかなメタリック調の色彩と黒表示で、高コントラストの単色カラー表示が可能になる。

【0190】また、光吸収部材として半透過光吸収部材を用い、バックライトを備えることによって、夜間での視認性が良好な液晶表示装置を提供することができる。さらに、ねじれ方向が異なる2枚のコレステリック液晶ポリマーシートを用いるか、ねじれ方向が同一な2枚のコレステリック液晶ポリマーシートと半波長位相差板を用いることによって、カラー背景に鮮やかな色文字や色図形を表示できるマルチカラー表示が可能な液晶表示装置を提供することができる。

【0191】また、3枚の液晶素子と3枚のコレステリック液晶ポリマーシートを用いることによって、8色表示が可能なマルチカラー液晶表示装置を提供することもできる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による第1の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図である。

【図2】同じくその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【図3】この発明による第1の実施形態の液晶表示装置の色彩表示機能を説明するための説明図である。

【図4】同じくその液晶表示装置における入射光の波長と透過率の関係を示す線図である。

【図5】この発明の実施形態に使用する太陽電池の充電効率特性を示す線図である。

【図6】この発明による第2の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図である。

【図7】同じくその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【図8】この発明による第2の実施形態の液晶表示装置の色彩表示機能を説明するための説明図である。

【図9】同じくその液晶表示装置における入射光の波長と透過率の関係を示す線図である。

【図10】この発明による第3の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図である。

【図11】同じくその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【図12】この発明による第3の実施形態の液晶表示装置の色彩表示機能を説明するための説明図である。

【図13】同じくその液晶表示装置における入射光の波長と透過率の関係を示す線図である。

【図14】この発明による第4の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図である。

【図15】同じくその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【図16】この発明による第4の実施形態の液晶表示装置の色彩表示機能を説明するための説明図である。

【図17】この発明による第5の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図である。

【図18】同じくその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【図19】この発明による第5の実施形態の液晶表示装置の色彩表示機能を説明するための説明図である。

【図20】この発明による第6の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図である。

【図21】同じくその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

【図22】同じくその液晶表示装置における入射光の波長と透過率の関係を示す線図である。

【図23】同じくその液晶表示装置における各液晶素子のオン/オフ状態の組み合わせと表示色の関係を示す図である。

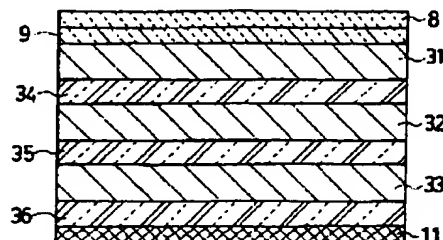
【図24】この発明による第7の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図である。

【図25】同じくその構成要素の配置関係を説明するための平面図である。

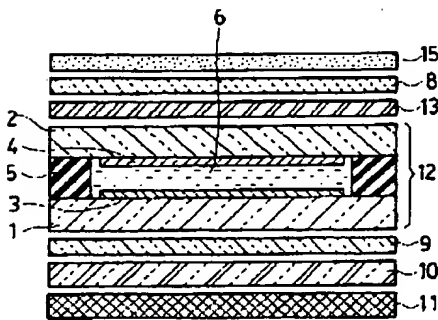
## 【符号の説明】

- |                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 1：第1の基板                        | 2：第2の基板      |
| 3：第1の電極                        | 4：第2の電極      |
| 5：シール材                         | 6：ネマチック液晶    |
| 7：TN液晶素子                       | 7a：下液晶分子配向方向 |
| 7b：上液晶分子配向方向                   | 8：偏光板        |
| 8a, 8b：偏光板の透過軸                 | 9：円偏光位相差板    |
| 9a：円偏光位相差板の遅相軸                 |              |
| 10：（第1の）コレステリック液晶ポリマーシート（左ねじれ） |              |
| 11：光吸収部材                       | 12：STN液晶素子   |
| 12a：下液晶分子配向方向                  |              |
| 12b：上液晶分子配向方向                  |              |
| 13：位相差板                        | 13a：位相差板の遅相軸 |
| 14：拡散層                         | 15：拡散シート     |
| 16：第2のコレステリック液晶ポリマーシート（右ねじれ）   |              |
| 21：半波長位相差板                     | 22：反射型偏光板    |
| 31, 32, 33：パラレル配向（PA）液晶素子      |              |
| 34, 35, 36：コレステリック液晶ポリマーシート    |              |
| 41, 42, 43：TN液晶素子              |              |
| 44, 45, 46, 47, 48：円偏光位相差板     |              |
| 61：第2のコレステリック液晶ポリマーシート（左ねじれ）   |              |
| 62：半透過光吸収部材                    | 63：バックライト    |

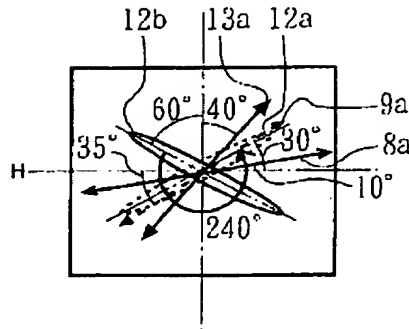
【図20】



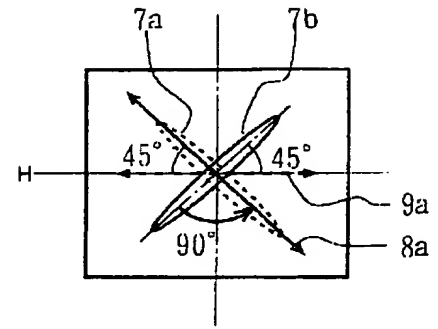
【図1】



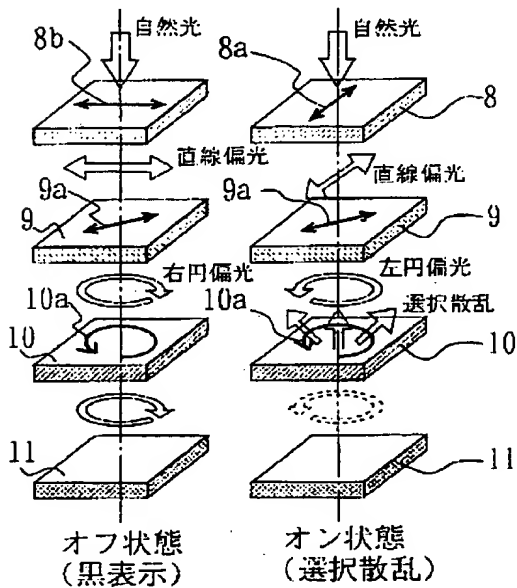
【図2】



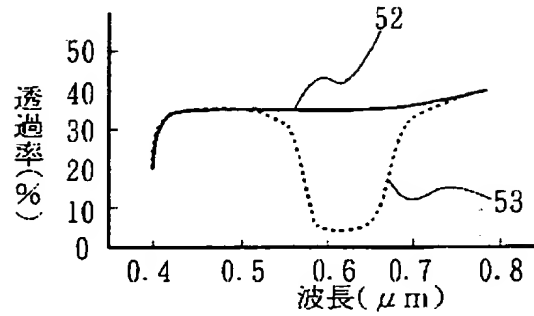
【図7】



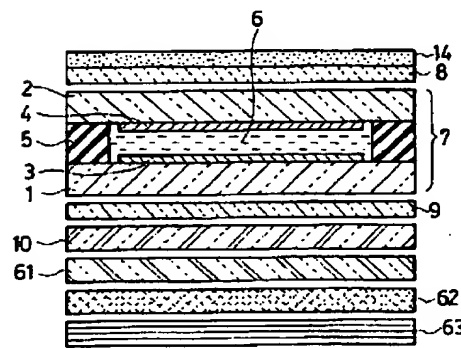
【図3】



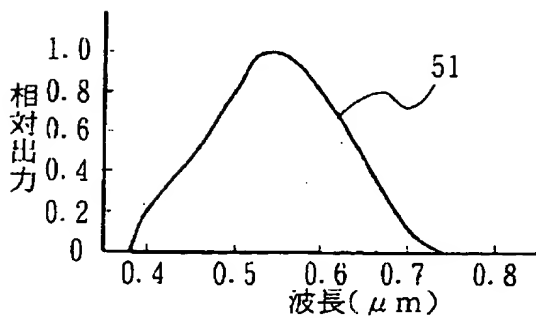
【図4】



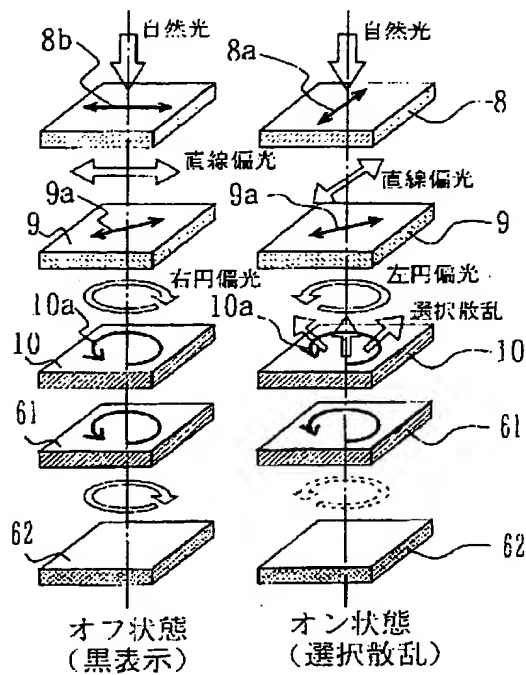
【図6】



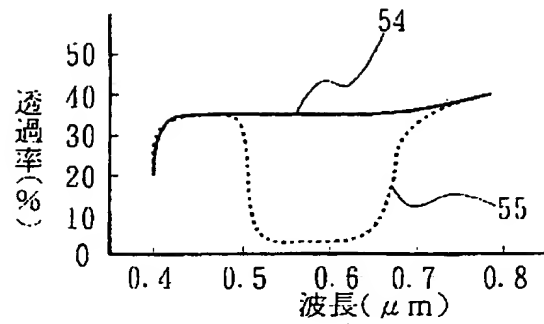
【図5】



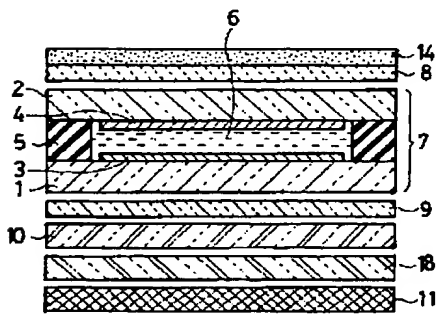
【図8】



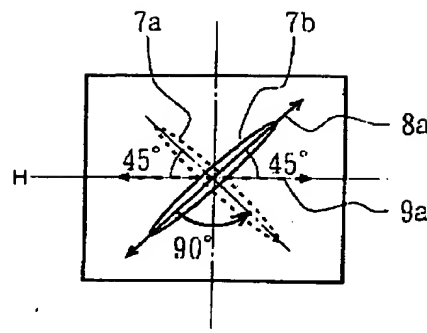
【図9】



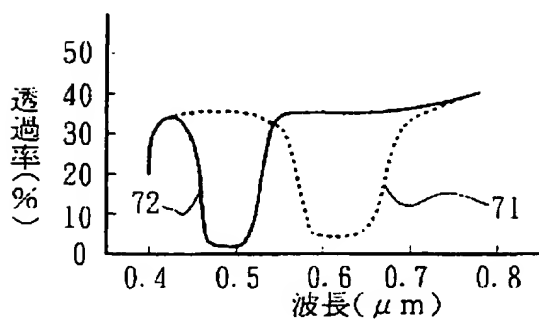
【図10】



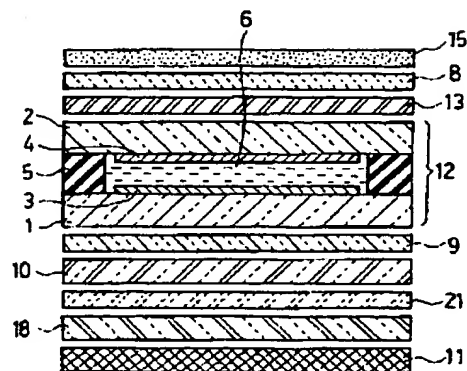
【図11】



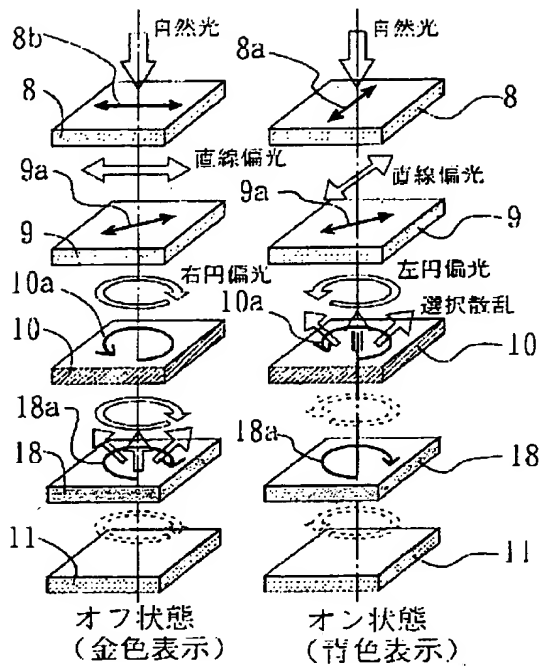
【図13】



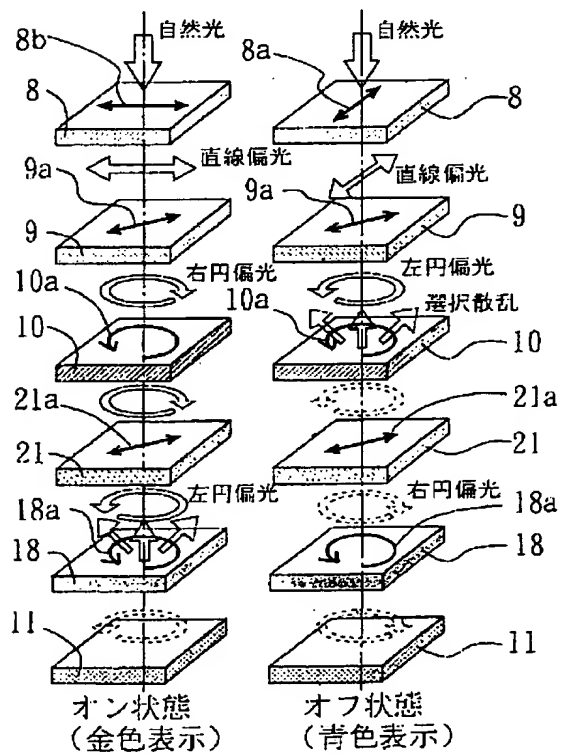
【図14】



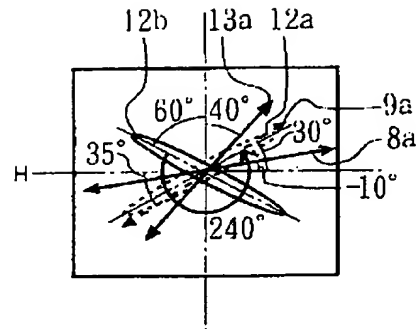
【図12】



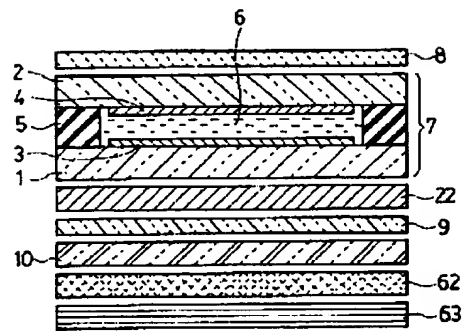
【図16】



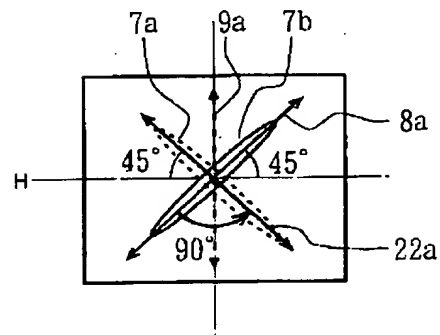
【図15】



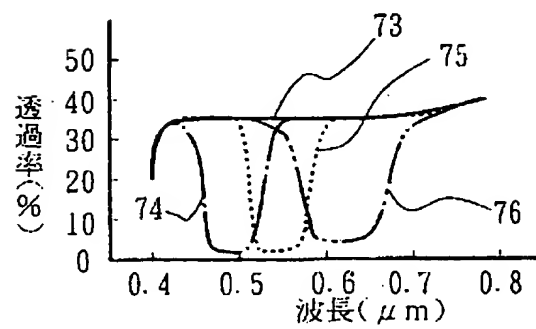
【図17】



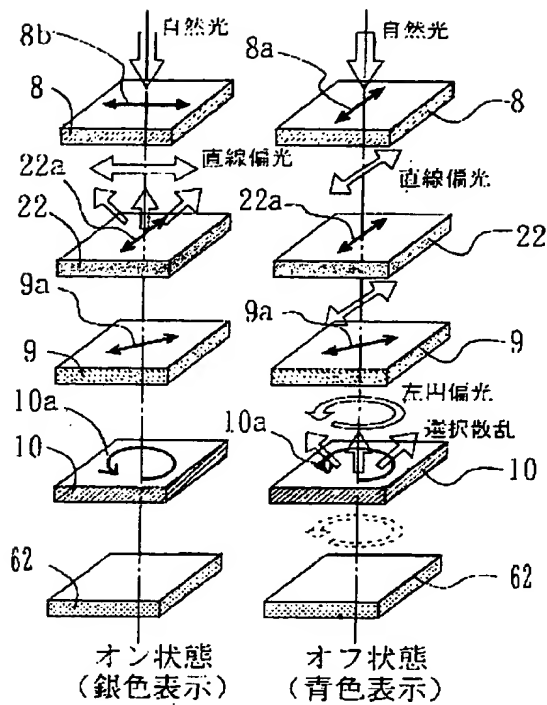
【図18】



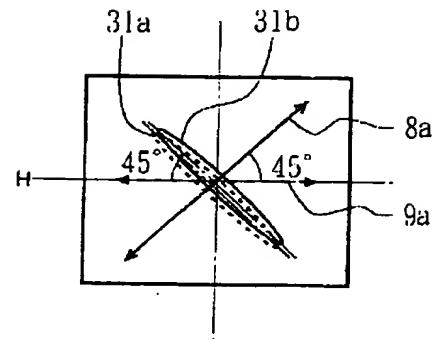
【図22】



【図19】



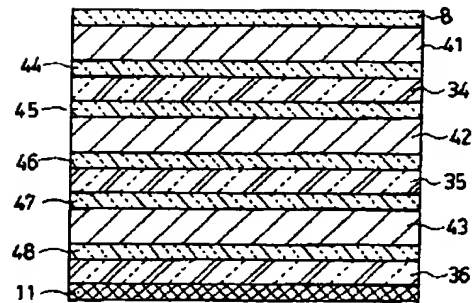
【図21】



【図23】

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
円偏光板	左円偏光							
第1液晶	オ				オ			
偏光状態	右円偏光				左円偏光			
第1ホリマ	透過				青			
第2液晶	オ	オ	オ	オ	オ	オ	オ	オ
偏光状態	左	右	右	左	右	左	右	左
第2ホリマ	緑	透過	透過	緑	透過	透過	緑	透過
第3液晶	オ	オ	オ	オ	オ	オ	オ	オ
偏光状態	右	左	左	右	左	右	右	左
第3ホリマ	透	赤	赤	透	赤	透	透	赤
表示色	緑	黄	赤	黒	紫	青	空	白

【図24】



【図25】

